



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004512

(51) **G01F 25/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00416

(22) 13/10/2021

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/02/2022 407A

(76) 1. DƯƠNG THÀNH NAM (VN)

Số nhà 45 TT1 ngõ 537 Bát Khối - P Thạch Bàn, Quận Long Biên, Hà Nội

2. TRẦN SƠN TÙNG (VN)

Số 2A, ngách 2/2 Cầu Đất, Chương Dương, Hoàn Kiếm, Hà Nội

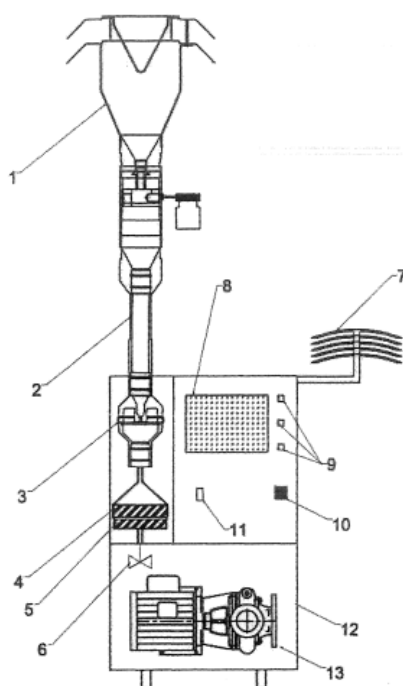
3. TRẦN THỊ HOA (VN)

Nhà 39, ngõ 306 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

(54) THIẾT BỊ THU MẪU KHỐI LƯỢNG BỤI MỊN

(21) 2-2021-00416

(57) Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn hút không khí từ khí quyển ở 16,7 L/min, thông qua một cửa hút được thiết kế đặc biệt để không nhạy cảm với tốc độ và hướng gió, đồng thời loại bỏ côn trùng và lượng mưa. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn bao gồm hai bộ phân tách trước. Bộ tách sơ bộ ban đầu (đầu vào VAST-PM10L-1) là một bộ tác động được thiết kế để loại bỏ các hạt lớn hơn 10 μm khỏi không khí lấy mẫu. Bộ tách sơ bộ thứ hai (VAST-PM2,5-WINS) nằm ở hạ lưu đầu vào và được thiết kế để loại bỏ các hạt lớn hơn 2,5 μm AED danh nghĩa, đồng thời cho phép thu thập PM còn lại trên cái lọc Teflon. Ngoài ra, Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn còn bao gồm ống xả, bơm không khí và hệ thống điều khiển tốc độ dòng chảy, thiết bị đo tốc độ dòng chảy, hệ thống giám sát nhiệt độ môi trường và bộ lọc, hệ thống đo áp suất khí quyển, bộ hẹn giờ, vỏ bọc, và bộ điều khiển cơ, điện hoặc điện tử thích hợp để đáp ứng hoặc vượt quá thiết kế và tính năng chức năng như quy định trong CFR 40 L.



Hình 1. Bản vẽ cấu tạo thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn PM_{10} và $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí xung quanh.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Ô nhiễm không khí từ lâu đã trở thành vấn đề bức xúc ở nước ta, đặc biệt là ở các đô thị lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, các khu công nghiệp và các làng nghề. Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2016 đã chỉ rõ các đô thị lớn của nước ta đang đối mặt với tình trạng ô nhiễm không khí ngày càng gia tăng, các kết quả đo đặc bụi phần lớn đều vượt ngưỡng theo quy chuẩn chất lượng môi trường không khí xung quanh. Số ngày có mức ô nhiễm $PM_{2.5}$, PM_{10} trên ngưỡng cho phép cũng luôn ở mức cao.

Do vậy vấn đề ô nhiễm môi trường không khí xung quanh đang thu hút sự chú ý và việc quan trắc, theo dõi thường xuyên mật độ các loại khí gây ô nhiễm, bụi $PM_{2.5}$, PM_{10} đặc biệt là trong môi trường đô thị đang là yêu cầu hết sức cấp thiết. Việc quan trắc thường xuyên mật độ bụi $PM_{2.5}$ hay PM_{10} , nồng độ các chất khí gây ô nhiễm ở nước ta hiện nay được thực hiện bởi mạng lưới các trạm quan trắc tự động, liên tục và mạng lưới quan trắc thủ công, định kỳ. Hiện nay, Việt Nam có 320 thiết bị quan trắc bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ tự động, liên tục và 1.200 điểm quan trắc bụi (PM_{10} , $PM_{2.5}$) với các nguyên lý và kỹ thuật lấy mẫu khác nhau phục vụ quản lý nhà nước về môi trường.

Hầu hết các thiết bị quan trắc bụi điển hình đều công kênh, nặng và đắt tiền (khoảng \$ 5000 - \$ 30.000/thiết bị, tổng chi phí lên đến \$ 100.000 cho mỗi trạm). Các thiết bị đo, thu mẫu bụi tại đây đều phải nhập khẩu từ nước ngoài. Việc nhập khẩu thiết bị thu mẫu bụi rất khó khăn, tốn kém rất nhiều kinh phí và không chủ động được về thời gian. Bên cạnh đó, các trạm quan trắc không khí tự động cố định thường có yêu cầu tương đối khắt khe trong lựa chọn vị trí quan trắc, hiệu chuẩn và bảo trì thiết bị, đồng thời, việc đảm bảo an ninh cho các trạm

quan trắc này cũng rất được ưu tiên. Đây là trở ngại nhất cho các nước đang phát triển như Việt Nam, do sự hạn chế về tài chính không chỉ đối với việc xây dựng các trạm mà còn cho việc đảm bảo vận hành lâu dài cũng như bảo trì các thiết bị. Trong những năm gần đây, một số tỉnh/thành phố đã được tăng cường đầu tư trạm quan trắc tự động cố định, đáp ứng yêu cầu về đánh giá CLKK và những cơ sở dữ liệu này cũng được sử dụng để báo cáo diễn biến CLKK hàng ngày để đưa vào bản tin dự báo thời tiết về CLKK chung ở diện rộng của các thành phố. Song, hiện nay các trạm quan trắc tự động cố định được đầu tư còn khá khiêm tốn (đặc biệt là khu vực Hà Nội), do đó còn tồn tại hạn chế trong đánh giá CLKK theo các khu vực cụ thể (mang tính chất vi mô) cho TP. Hà Nội hay các thành phố khác trên phạm vi cả nước để có những cảnh báo chi tiết và thường xuyên hơn cho người dân.

Trước mối quan tâm ngày càng tăng đối với vấn đề chất lượng không khí và đáp ứng nhu cầu ngày càng lớn về việc phát triển các thiết bị thu mẫu bụi trong không khí xung quanh với các kích thước khác nhau để nghiên cứu ảnh hưởng của các hạt vật chất đối với sức khỏe con người, nghiên cứu ***“Thiết kế và chế tạo thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh”*** đã được Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam lựa chọn và phê duyệt.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn là thiết bị dùng để xác định nồng độ khối lượng PM ($PM_{10}/PM_{2.5}$) với một thể tích không khí xác định được hút qua cái lọc trong một khoảng thời gian nhất định. Nồng độ khối lượng PM được biểu thị bằng khối lượng của PM được giữ lại trên cái lọc chia cho thể tích không khí.

Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn được thiết kế và mô phỏng dựa trên quy định của EPA 40-CFR Part 50. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn gồm một đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1) được thiết kế dựa trên nguyên tắc tác động tầng, phù hợp để lấy các hạt bụi lơ lửng có đường kính khí động học

nhỏ hơn hoặc bằng $10\text{ }\mu\text{m}$ với lưu lượng hút $1\text{ m}^3/\text{h}$. Chức năng của đầu vào trên thiết bị là thu nhận hạt PM, trích xuất một mẫu sol khí đại diện từ khí quyển trong cả điều kiện lặng gió và gió đồng thời loại bỏ các hạt có kích thước lớn hơn $10\text{ }\mu\text{m}$ khỏi đầu vào thu mẫu. VAST-PM_{2,5}-WINS được đặt phía dưới đầu thu mẫu PM₁₀ thông qua ống nối và cũng được thiết kế theo quy định của EPA, có chức năng như một bộ tách trước các hạt có kích thước lớn hơn $2,5\text{ }\mu\text{m}$, nước và mảnh vụn. Điểm cắt d_{p50} của VAST-PM_{2,5}-WINS được kiểm tra đầy đủ, đáp ứng cho việc thu mẫu bụi PM_{2,5} và tuân thủ các bản vẽ lắp ráp và thông số kỹ thuật của EPA 40-CFR Part 50. Để đơn giản hóa thiết kế và dễ dàng xây dựng, việc phân đoạn hạt PM trong WINS được cung cấp bởi một bộ tác động một tầng, một tia, một lỗ tròn. Các hạt $> 2,5\text{ }\mu\text{m}$ (đường kính khí động học) có đủ quán tính để tác động vào bộ lọc sợi thủy tinh hình tròn có đường kính 37 mm được ngâm trong 1 mL dầu có độ bay hơi thấp. Lượng dầu tương đối lớn nhằm mục đích giảm thiểu sự quá tải của chất nền và sự nảy hạt sau đó do một số bộ tác động thông thường gây ra và để đại diện cho một lượng dung sai xác định không thể thiếu tại hiện trường. Hình dạng mới lạ của bể chứa (hoặc giếng) được thiết kế để giữ bất kỳ vật liệu nào được nén lại từ bề mặt đầm và để ngăn thất thoát dầu nếu thiết bị vô tình bị lật hoặc nghiêng. Ngoài ra thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn còn bao gồm bơm không khí và hệ thống điều khiển tốc độ dòng chảy và đo tốc độ dòng chảy, hệ thống giám sát nhiệt độ môi trường và bộ lọc, hệ thống đo áp suất khí quyển, màn hình hiển thị, vỏ bọc đáp ứng các tính năng chức năng như quy định trong CFR 40 L.

Tính năng kỹ thuật:

thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn được thiết kế đáp ứng tiêu chuẩn tham chiếu EPA của Mỹ quy định 40 CFR part 50 method Appendix L cho xác định bụi hô hấp PM_{2,5}.

điều khiển lưu lượng chính xác bằng bộ vi xử lý;

thích hợp cho việc sử dụng ngoài trời;

tính năng ưu điểm cho sử dụng tại hiện trường cho thu dữ liệu điều khiển từ xa qua cổng USB.

Thông số kỹ thuật:

đầu tách bụi PM_{10} từ không khí xung quanh qua đầu lọc và ống nối theo U.S. EPA;

đầu tách bụi $PM_{2,5}$ VAST- $PM_{2,5}$ -WINS Impactor theo US.EPA;

cái lọc 47 mm với khay giữ lọc Delrin® đặc biệt được lắp trong giá đỡ cái lọc (holder);

chức năng đo nhiệt độ (nhiệt độ môi trường xung quanh và đo nhiệt độ cái lọc): phạm vi từ $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ với độ phân giải $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$; hiển thị giá trị nhiệt độ hiện tại trên màn hình; nhiệt độ trung bình, tối đa và tối thiểu được ghi lại sau khi lấy mẫu.

đo áp suất không khí xung quanh: phạm vi từ 600 đến 800 mmHg; độ phân giải 5 mmHg; hiển thị giá trị áp suất hiện tại có sẵn trên màn hình; ghi dữ liệu Áp suất trung bình, tối đa và áp suất tối thiểu sau khi lấy mẫu.

thời gian: hệ thống điều khiển thời gian thực có thể lập trình với khởi động và dừng; hiển thị số ngày, thời gian và thời gian lấy mẫu; độ chính xác $\pm 0,5$ phút/tháng;

bơm hút chân không hoạt động chính xác và ít tiếng ồn.

nguồn điện: $230\text{ VAC} \pm 10\%$, 50 Hz

kích thước: 258 x 480 x 544 mm,

Chức năng bộ điều khiển vi xử lý kỹ thuật số

lưu lượng lấy mẫu: lưu lượng L/min trên màn hình hiển thị kỹ thuật số với độ phân giải $0,01\text{ L/min}$; lưu lượng duy trì ở $16,67\text{ L/min}$ ($1\text{ m}^3/\text{h}$) $\pm 5\%$;

độ chính xác $\pm 2\%$ số lần đọc trong suốt thời gian lấy mẫu. Ngoài ra thiết bị lấy mẫu bụi mịn còn có thể điều chỉnh ở 2 mức lưu lượng 2,3 m³/h và 3 m³/h.

tổng thể tích: tổng thể tích tính từ lưu lượng và có sẵn trên màn hình với độ phân giải 0,01 m³.

ghi dữ liệu: dữ liệu đo trung bình sau mỗi 5 phút của nhiệt độ xung quanh, nhiệt độ lọc, áp suất khí quyển, lưu lượng thời gian thực và tổng thể tích dòng chảy.

giao diện trình đơn đơn giản với các phím chức năng để dễ dàng hoạt động ngay cả bởi người dùng mới.

tính toán lưu lượng: lưu lượng được ghi lại là tốc độ dòng chảy trung bình, tổng khối lượng lấy mẫu và hệ số biến động, tỷ lệ phần trăm.

màn hình Touch screen LCD hiển thị các thông số.

có cổng xuất dữ liệu qua USB hoặc RS232 (lựa chọn thêm).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1. Bản vẽ cấu tạo thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh;

Hình 2. Cấu tạo đầu thu mẫu bụi PM₁₀ (VAST-PM10L-1);

Hình 3. Thiết kế tổng thể của bộ tách hạt PM_{2,5} (VAST-PM2,5-WINS);

Hình 4. Cấu tạo bên ngoài của cảm biến nhiệt độ môi trường;

Hình 5. Sơ đồ khối hệ thống đo và điều khiển nhiệt độ cho cái lọc bụi;

Hình 6. Giao diện vận hành thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh;

Hình 7. Bản vẽ 3D cấu tạo bên ngoài của thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn;

Hình 8. Bản vẽ 3D cấu tạo bên trong của thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Các đặc điểm kỹ thuật và nội dung của giải pháp hữu ích sẽ trở nên rõ ràng hơn nhờ phần mô tả chi tiết sau đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Hình 1 thể hiện sơ đồ cấu tạo của thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh. Thiết bị thu mẫu và đo bụi dựa theo nguyên lý trọng lượng được mô phỏng, thiết kế và chế tạo gồm các hạng mục chính: đầu thu mẫu bụi PM_{10} 1; ống nối 2; bộ tách hạt $PM_{2,5}$ 3; cái lọc và giá đỡ cái lọc 4; cảm biến nhiệt - ẩm, áp suất khí quyển 5, 7; thiết bị đo và điều khiển lưu lượng khí 6; bơm hút và biến tần 13; thiết bị điều khiển và giao diện vận hành 8, 9; nguồn 10 và đầu ra dữ liệu 11.

Như được thể hiện trên Hình 2, đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST- $PM_{10}L-1$) 1 là thiết kế dựa trên thiết kế đầu vào EPA PM_{10} 10 μm theo quy định của liên bang Hoa Kỳ. Nó phù hợp để sử dụng trên máy lấy mẫu hạt PM_{10} , hoặc để sử dụng làm bộ tách trước cho bộ tách xoáy (VSCC) hoặc bộ tác động WINS được sử dụng trong máy lấy mẫu $PM_{2,5}$ và một số thiết bị đo liên tục theo phương pháp tương đương (TOEM, BAM). Đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST- $PM_{10}L-1$) đã được chế tạo gồm: mái che 14; tấm chắn mưa và côn trùng 15, cửa hút 16; nón lệch hướng gió 17; bộ tác động đầu vào 18; ren nối dưới 19; ống nối 20. Trong đó bộ tác động đầu vào 18 gồm nozzle (vòi phun tác động) 18a, tấm ép 18b, ống thu bẫy hạt 18c.

nước, mảnh vụn và các hạt trong không khí có kích thước lớn hơn 10 μm được giữ lại trong bẫy hạt 18c và được loại trừ khỏi đường dẫn dòng khí của mẫu, trong khi các hạt nhỏ hơn đi qua dụng cụ lấy mẫu hoặc các công đoạn phân tách tiếp theo. Thiết kế đã được EPA Hoa Kỳ kiểm tra và xác định đặc tính về điểm cắt và đặc tính gió và được đánh giá cho điểm cắt d_{p50} là 10 μm khi vận hành ở tốc độ dòng khí 16,7 L/min.

Hình 3 là thiết kế bộ tách hạt bụi $PM_{2,5}$ (VAST- $PM_{2,5}$ -WINS) 3. VAST- $PM_{2,5}$ -WINS được đặt bên dưới đầu vào VAST- $PM_{10}L-1$ có chức năng như

một bộ phận tách trước các hạt có đường kính động học $\geq 2,5 \mu\text{m}$, nước và mảnh vụn. Bộ phận tách này bao gồm một nắp trên 23, một bể chứa (hoặc giếng) 26 với thành chống tràn 25, và một nắp dưới 28. Sol khí được cung cấp bởi một lỗ tròn 22, vòi phun (nozzle) 24 gắn với vỏ trên 23. Không khí mẫu đi vào đầu vào và được hút qua VAST-PM2,5-WINS 21, tại đây các hạt có đường kính khí động học lớn hơn $2,5 \mu\text{m}$ được loại bỏ bằng cách tác động chúng vào đáy của một bình chứa hình trụ (giếng) 26 bằng nhôm có nắp mở. Các hạt va chạm bị giữ lại dưới đáy giếng trên một bộ lọc tấm dầu 27 (sợi thủy tinh borosilicat 35 đến 37 mm) được ngâm tẩm với dầu áp suất hơi thấp. Hơn 50 % các hạt có đường kính khí động học nhỏ hơn $2,5 \mu\text{m}$ theo dòng không khí đi qua VAST-PM2,5-WINS, dòng khí này quay lên và ra khỏi giếng 29, được dẫn đến cái lọc màng Teflon, nơi các hạt có kích thước $\leq 2,5 \mu\text{m}$ được giữ lại và đem cân. Các bề mặt bên trong tiếp xúc với không khí mẫu trước khi qua màng lọc Teflon được xử lý điện phân trong bể axit sulfuric để tạo ra một lớp phủ anốt hóa đồng nhất, rõ ràng (ít nhất $1,08 \text{ mg/cm}^2$ theo thông số kỹ thuật tiêu chuẩn).

VAST-PM2,5-WINS cấu tạo đơn giản, dễ dàng tháo lắp trong quá trình vận hành với chi phí thấp, phù hợp với tất cả các thiết bị thu mẫu và giám sát hạt $\text{PM}_{2,5}$ FRM và FEM sử dụng đầu vào mẫu theo tiêu chuẩn EPA. Ngoài ra, đề tài cũng cung cấp các giếng tác động dự phòng để thay thế vệ sinh hiện trường nhanh chóng. Tuy nhiên, với tốc độ dòng chảy thấp, kích thước cắt tương đối lớn có thể xảy ra sự nảy hạt, quá tải hạt và thất thoát hạt và hiệu suất thu mẫu phụ thuộc nhiều vào loại chất nền và lượng chất nền được sử dụng.

thông số kỹ thuật VAST-PM2,5-WINS:

điểm cắt d_{p50} : $(2,5 \pm 0,02) \mu\text{m}$, ở tốc độ dòng chảy thiết kế $16,67 \text{ L/min}$.

dầu tác động: dầu khuếch tán silicone Dow 704; $1,0 \text{ mL}$

bộ lọc Impaction: bộ lọc đĩa bằng sợi thủy tinh 37 mm

khoảng thời gian làm sạch: tối đa 5 ngày cần làm sạch 1 lần.

cái lọc Teflon được đặt trong cụm giá đỡ cái lọc 4 có:

hình tròn, đường kính $(46,2 \pm 0,25) \text{ mm}$;

vòng đỡ bằng polymethylpentene (PMP) dày $(0,38 \pm 0,04)$ mm, đường kính ngoài $(46,2 \pm 0,25)$ mm và rộng $(3,68 \pm 0,51)$ mm;

kích thước lỗ: 2 μm được đo bằng ASTM F 316-94;

chiều dày cái lọc (30 - 50) μm ;

hiệu quả thu gom: lớn hơn 99,7 % được đo bằng thử nghiệm DOP (ASTM D 2986-91) với các hạt 0,3 μm ở vận tốc mặt vận hành của bộ thu mẫu.

thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn có hai cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và áp suất (cảm biến nhiệt độ môi trường xung quanh 7 và cảm biến nhiệt độ cái lọc 5).

cảm biến nhiệt độ môi trường 7 bao gồm tấm chắn nhiệt độ Model 5980, cảm biến nhiệt độ Model 597 RTD (Met One, Inc, Hoa Kỳ) (Hình 4). Tấm chắn được hút gió tự nhiên để đo nhiệt độ chính xác. Tấm chắn bao gồm một loạt các tấm nhôm đồng tâm màu trắng, cho phép luồng không khí đi qua tấm chắn, đồng thời chặn các tia mặt trời trực tiếp.

Thông số kỹ thuật

Đường kính 178 mm

Chiều cao 203 mm

Nhiệt độ Phạm vi đo: $(-50 - 70) ^\circ\text{C}$.

Độ chính xác: Digital: $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$.

Analog: $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$, $\pm 1 \text{ mV}$.

Độ phân giải: 0, 01 $^\circ\text{C}$

Độ ẩm Phạm vi đo: $(0 - 100) \%$.

Độ chính xác: Digital: $\pm 2 \%$.

Analog: $\pm 2 \%$, $\pm 1 \text{ mV}$.

Độ phân giải: 0, 01 $\%$

Áp suất Phạm vi đo: $(500 - 1100) \text{ mBar}$

Độ chính xác: Digital: $\pm 0,5$ mBar

Analog: $\pm 0,5$ mBar, ± 1 mV

Độ phân giải: 0,01 mBar

Đầu ra tín hiệu tiêu chuẩn RS-232C, SDI-12, RS-485, 0-2.5 VDC

Đầu ra tín hiệu tự chọn (0 - 1) VDC, (0 - 5) V

Nguồn cấp (9 - 36) VDC, 25 mA điển hình @ 12 V

Bù nhiệt độ $\pm 0,008$ %RH / độ C

Phản hồi < 15 s không có cái lọc

cảm biến nhiệt độ cái lọc model 597RTD 5 của bộ thu mẫu được đặt trong không gian mở ngay bên dưới băng lọc, đồng thời cung cấp khả năng giám sát nhiệt độ của cái lọc mẫu (tất cả các cái lọc mẫu cho máy thu mẫu tuần tự) trong phạm vi từ $(-30 \div 45)$ °C trong cả giai đoạn thu mẫu và không thu mẫu.

cảm biến đo nhiệt độ cái lọc sẽ đưa qua bộ chuyển đổi Transmitter TA100, biến đổi thành tín hiệu chuẩn đưa vào bộ điều khiển nhiệt độ E5CZ-C2ML (Hình 5). Khi đó thông tin nhiệt độ sẽ được hiển thị và nếu nhiệt độ của cái lọc vượt ngưỡng (cài đặt trong bộ điều khiển) thì bộ điều khiển sẽ đưa tín hiệu đến biến tần Siemens MM 420 để điều chỉnh tần số giúp giảm tốc độ quạt gió làm giảm lưu lượng khí vào cái lọc giúp nhiệt độ cái lọc giảm. Thông tin nhiệt độ sẽ đưa đến bộ điều khiển liên tục, khi nhiệt độ cái lọc giảm xuống đến ngưỡng thấp thì bộ điều khiển lại đưa tín hiệu đến biến tần để điều chỉnh tăng tốc độ quạt gió giúp tăng nhiệt độ cái lọc. Quá trình lặp đi lặp lại tuần hoàn để đảm bảo nhiệt độ cái lọc được duy trì ở nhiệt độ xác định, không chênh lệch quá ± 1 °C so với nhiệt độ đo bởi cảm biến thử nghiệm nhiệt độ môi trường xung quanh trong cả quá trình thu mẫu và chế độ không thu mẫu.

thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn kiểm soát lưu lượng bằng thiết bị đo chênh áp 6.

máy bơm không dầu (VTE 6, Thomas, Đức) 13 để hút mẫu từ phía thượng lưu đến phía hạ lưu của đầu thu mẫu PM. Nước, dầu hoặc các chất lỏng khác được tách trước khi hút vào máy bơm. Máy bơm chỉ nên được sử dụng khi kết nối với cái lọc bụi. Bơm mẫu luôn chạy khi tiến hành thu mẫu. Nếu nhiệt độ ngăn lọc vượt quá 15 °C và bơm mẫu đang chạy, quạt bơm trong ngăn bơm sẽ khởi động. Quạt máy bơm ngừng chạy khi nhiệt độ giảm xuống dưới 10 °C.

Hình 6 là bản vẽ giao diện vận hành 8 của thiết bị thu mẫu ManPMS. ManPMS được kết nối với đầu ra dữ liệu RS-232C 11 tiêu chuẩn, qua đó dữ liệu kỹ thuật số có thể được xuất sang thiết bị lưu trữ hoặc truyền dữ liệu bên ngoài. Tất cả thông tin được yêu cầu sẵn có vào cuối mỗi giai đoạn thu mẫu có thể truy cập được thông qua kết nối đầu ra dữ liệu này. Thông tin có thể truy cập được thông qua cổng đầu ra RS-232C gồm tốc độ dòng chảy (L/min); nhiệt độ, độ ẩm và áp suất môi trường xung quanh cũng như bộ lọc, thời gian bắt đầu và kết thúc thu mẫu. Vì không cung cấp định dạng cụ thể cho dữ liệu đầu ra, do đó sản phẩm sẽ cung cấp cho người sử dụng phần mềm máy tính thích hợp có khả năng nhận dữ liệu bộ thu mẫu đã xuất và dịch chính xác dữ liệu sang định dạng bảng tính chuẩn và tùy chọn bất kỳ định dạng nào khác nếu có thể hữu ích cho người dùng thu mẫu.

vỏ hộp bộ thu mẫu khối lượng bụi mịn 12 được làm bằng Inox 304 (hay còn gọi là thép không gỉ Austenitic) với thành phần chủ yếu là Crom (Cr) và Niken (Ni). Inox 304 có độ cứng, độ bền cao, bề mặt sáng bóng, không gỉ sét. Đặc biệt, Inox 304 có khả năng chống ăn mòn và chịu nhiệt tốt, đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm nên được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: giao thông, công trình kiến trúc, công nghiệp, tiêu dùng,... Ngoài ra, Inox 304 dễ gia công, chi phí sản xuất rẻ. Vỏ hộp được thiết kế theo kích thước (258 x 480 x 544) mm, đủ diện tích để đặt được các thiết bị vào bên trong, dễ dàng mở ra để sửa chữa.

Hình 7 và 8 là bản vẽ kiểu dáng 3D trong và ngoài của thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn thử nghiệm.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn chạy bằng điện hút không khí xung quanh với tốc độ dòng không đổi được cấu thành bởi 2 khối chính gồm cụm đầu vào và vỏ hộp 12

trong đó:

cụm đầu vào gồm đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1) 1, ống nối 2, bộ tách hạt bụi (VAST-PM_{2.5}-WINS) 3:

đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1) 1 được thiết kế dựa trên nguyên tắc tác động tầng, phù hợp để lấy các hạt bụi lơ lửng có đường kính khí động học nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm ;

ống nối 2 đóng vai trò là ống để vận chuyển các hạt từ đầu thu mẫu bụi PM_{10} đến cụm giá đỡ bộ lọc và bộ phận tách hạt bụi $PM_{2.5}$

bộ tách hạt bụi $PM_{2.5}$ (VAST-PM_{2.5}-WINS) 3 được đặt phía dưới đầu thu mẫu PM_{10} thông qua ống nối 2 và cũng được thiết kế theo quy định của EPA, có chức năng như một bộ tách trước các hạt có kích thước lớn hơn 2,5 μm , nước và mảnh vụn;

vỏ hộp 12 có chứa cụm giá đỡ bộ lọc 4, thiết bị điều khiển tốc độ dòng chảy 6, hệ thống giám sát nhiệt độ, độ ẩm, áp suất môi trường và cái lọc 5, 7, bơm hút không khí 13, hệ thống điều khiển và giao diện vận hành 8, 9, nguồn 10 và đầu ra dữ liệu 11;

vỏ hộp 12 được thiết kế rộng (258 mm) - cao (544 mm) - dài (480 mm), đủ diện tích để đặt được các thiết bị vào bên trong, dễ dàng mở ra để sửa chữa;

cụm giá đỡ bộ lọc 4 có đường kính 46,2 hoặc 47 mm trong quá trình thu thập mẫu không khí. Chúng được làm bằng Polytetrafluoroethylene (PTFE Teflon), với vòng hỗ trợ tích hợp;

cảm biến nhiệt độ môi trường 7 có khả năng đo nhiệt độ của không khí xung quanh trong phạm vi từ $(-30 \div 45) ^\circ\text{C}$, được gắn bên ngoài vỏ máy thu mẫu và có tấm chắn nắng thụ động, thông gió tự nhiên và được đặt sao cho toàn bộ tấm chắn nắng cao hơn mặt phẳng ngang của hộp hoặc vỏ bộ thu mẫu ít nhất 5 cm (không tính đến đầu vào và ống dẫn xuống). Sai số đo nhiệt độ tối đa của hệ thống đo nhiệt độ môi trường phải nhỏ hơn $1,6 ^\circ\text{C}$ ở tốc độ gió 1 m/s và cường độ bức xạ mặt trời 1000 W/m^2 ;

cảm biến nhiệt độ cái lọc 5 của bộ thu mẫu ManPMS được đặt trong không gian mở ngay bên dưới băng lọc, đồng thời cung cấp có khả năng giám sát nhiệt độ của cái lọc mẫu trong phạm vi từ $(-30 \div 45) ^\circ\text{C}$ trong cả giai đoạn thu mẫu và không thu mẫu;

thiết bị đo chênh áp điều khiển tốc độ dòng chảy 6 được kết nối với bơm hút (VTE6, Thomas, Đức) 13 với lưu lượng thể tích tương ứng với $1 \text{ m}^3/\text{h}$ ở điều kiện môi trường xung quanh;

đầu ra dữ liệu RS-232C tiêu chuẩn 11, qua đó dữ liệu kỹ thuật số có thể được xuất sang thiết bị lưu trữ hoặc truyền dữ liệu bên ngoài. Tất cả thông tin được yêu cầu sẵn có vào cuối mỗi giai đoạn thu mẫu có thể truy cập được thông qua kết nối đầu ra dữ liệu này;

hệ thống điều khiển và giao diện người dùng 8, 9 đơn giản dễ sử dụng;

2. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm một đầu vào không khí mẫu VAST-PM10L-1 có một số tính năng, cải tiến độc đáo như:

bề mặt thân bằng nhôm có khía ở trên và dưới khớp nối bẫy hạt có ren giúp dễ dàng mở, ngay cả trong điều kiện ẩm ướt hoặc lạnh hoặc khi đeo găng tay;

vòng đệm chữ o kép ở mỗi nối bẫy hạt. Mỗi đầu vào bao gồm thêm một bộ vòng chữ o dự phòng;

vít ngón tay cái ở dưới cùng của chồng đĩa có mái che giúp dễ dàng tháo rời toàn bộ phần trên để làm sạch hiện trường mà không cần dụng cụ;

đặc điểm kỹ thuật cải tiến Anodizing loại 2+ trên bề mặt nhôm kéo thành sợi làm giảm các vấn đề ăn mòn thường gặp trong môi trường ven biển;

các số sê-ri được khắc bằng laser không bị mờ dưới ánh sáng mặt trời;

có sẵn với bộ thu nước acrylic chống tia UV chống vỡ, loại bỏ các vấn đề đá vôi, hoặc với các bình thu nước thủy tinh 200 mL hoặc 475 mL cổ điện;

các bộ phận và cụm thay thế riêng có sẵn để sửa chữa các cửa hút gió bị hỏng.

3. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm bộ tách hạt $PM_{2,5}$ (VAST- $PM_{2,5}$ -WINS) 2 cấu tạo đơn giản, dễ dàng tháo lắp trong quá trình vận hành với chi phí thấp, phù hợp với tất cả các thiết bị thu mẫu và giám sát hạt $PM_{2,5}$ FRM và FEM 16,7 L/min sử dụng đầu vào mẫu theo tiêu chuẩn EPA:

điểm cắt d_{pa50} : $(2,5 \pm 0,02) \mu m$, ở tốc độ dòng chảy thiết kế 16,67 L/min;

dầu tác động: dầu khuếch tán silicone Dow 704; 1,0 mL;

bộ lọc Impaction: bộ lọc đĩa bằng sợi thủy tinh 37 mm;

khoảng thời gian làm sạch: tối đa 5 ngày cần làm sạch 1 lần.

4. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm giá đỡ cái lọc 4 gia công từ polyme acetal của Delrin® chống mài mòn cho đến dung sai chính xác để có sự phù hợp nhất quán không bị rò rỉ và bao gồm một đĩa đệm bộ lọc bằng thép không gỉ có đục lỗ chính xác.

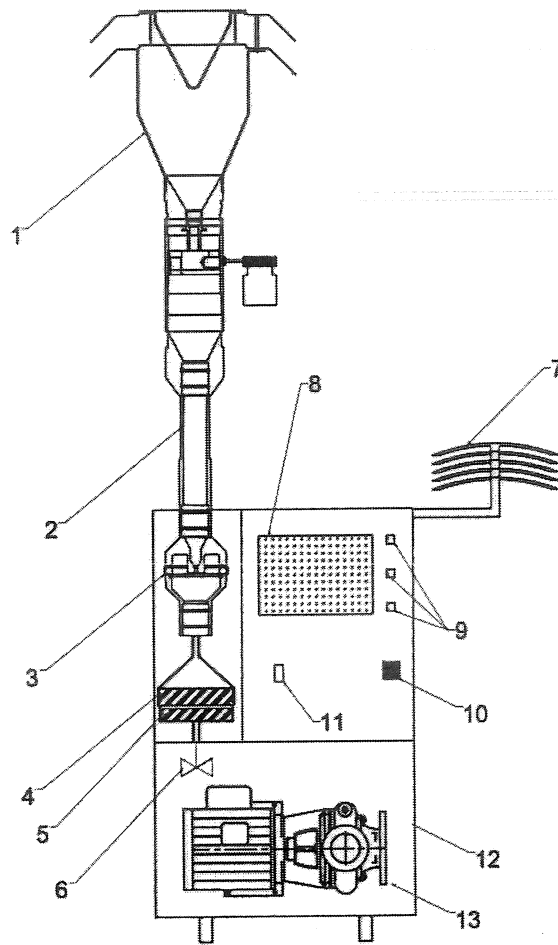
5. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm cảm biến nhiệt độ môi trường xung quanh 7 bao gồm tấm chắn nhiệt độ Model 5980, cảm biến nhiệt độ Model 597 RTD (Met One, Inc, Hoa Kỳ); tấm chắn bao gồm một loạt các tấm nhôm đồng tâm màu trắng, cho phép luồng không khí đi qua tấm chắn, đồng thời chặn các tia mặt trời trực tiếp.

6. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm cảm biến nhiệt độ cái lọc Model 597 RTD 5 (Met One, Inc, Hoa Kỳ); nhiệt độ cái lọc được điều hòa bởi: bộ chuyển đổi Transmitter TA100, bộ điều khiển nhiệt độ E5CZ-C2ML, biến tần Siemens MM 420, quạt gió.

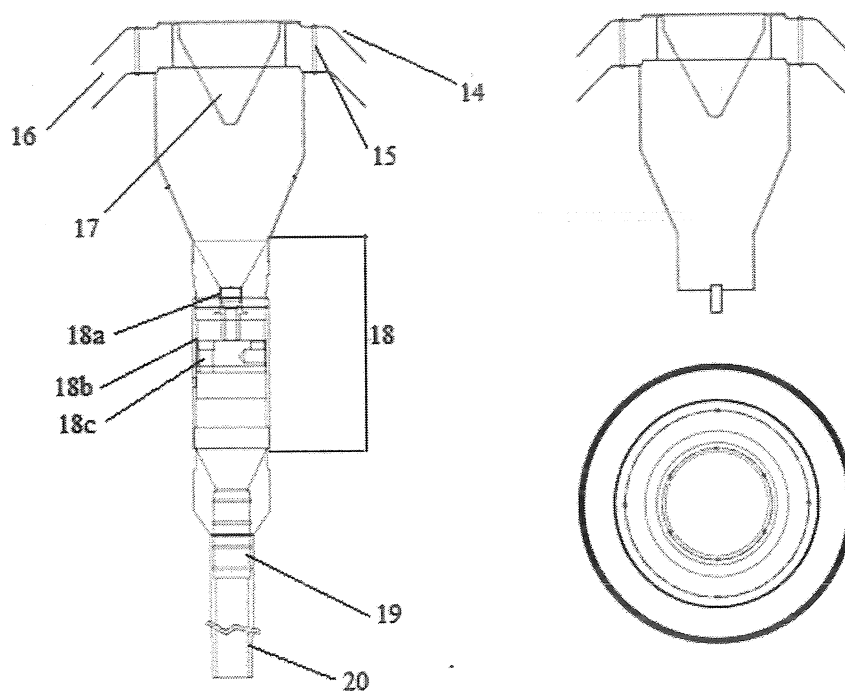
7. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm thiết bị điều khiển lưu lượng theo nguyên lý chênh áp 6; kết nối với bơm hút (VTE6, Thomas, Đức) 13 với lưu lượng thể tích tương ứng với 1 m³/h ở điều kiện môi trường xung quanh.

8. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, gồm có mạch điều khiển và giao diện người dùng 8, 9. Phần mềm điều khiển ManPMS hướng tới người dùng với nhiều tính năng phù hợp với các quy định hiện hành như khối cài đặt cấu hình (lưu lượng, lấy mẫu, thời gian, độ kín, đơn vị, cảnh báo), khối vận hành (chạy/dừng, thông số, cảnh báo), khối hiệu chuẩn (lưu lượng, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất) và khối tính toán và lưu trữ dữ liệu. Giao diện người dùng bằng tiếng việt thân thiện và dễ dàng cho người sử dụng.

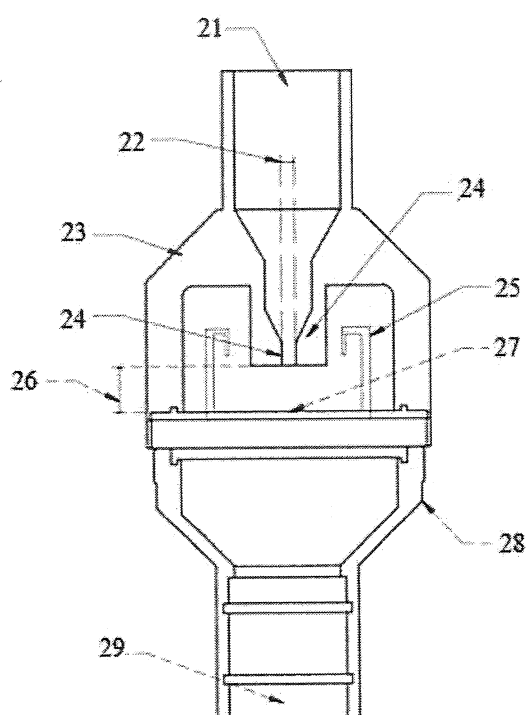
9. Thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn theo điểm 1, bao gồm vỏ hộp 12 được làm bằng Inox 304 dễ gia công, chi phí sản xuất rẻ; vỏ hộp được thiết kế rộng (258 mm) - cao (544 mm) - dài (480 mm).



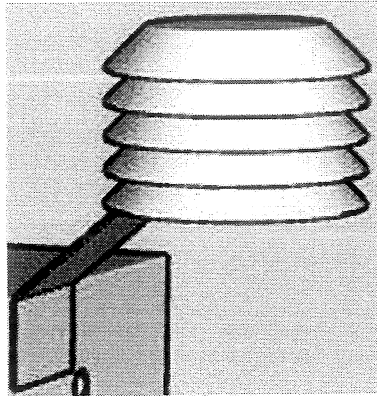
Hình 1. Bản vẽ cấu tạo thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh



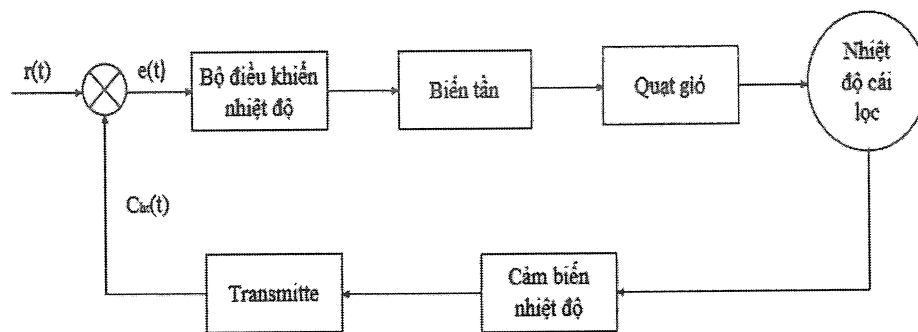
Hình 2. Cấu tạo đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1).



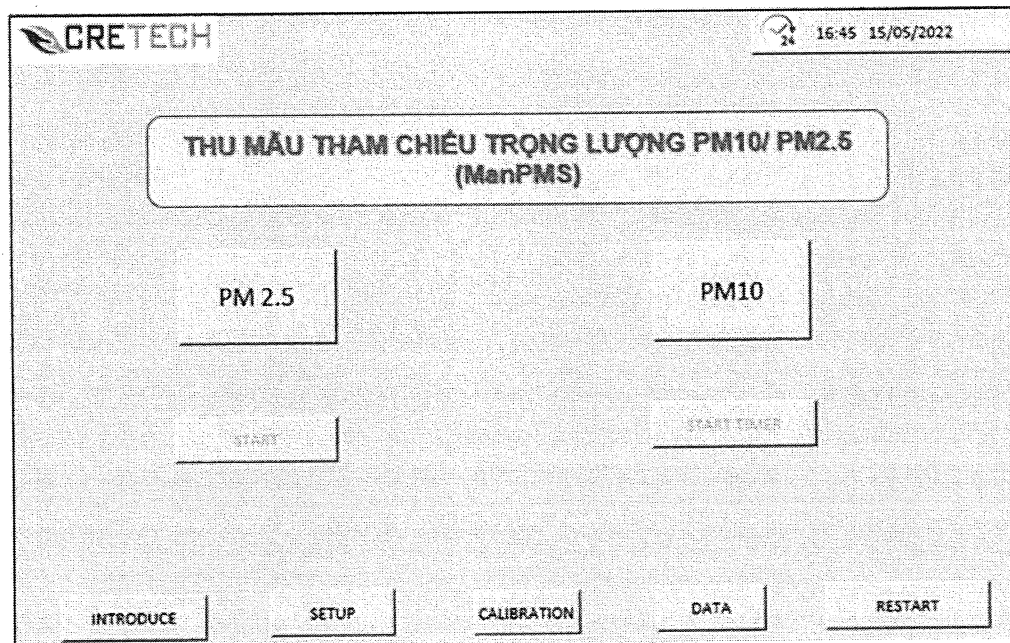
Hình 3. Thiết kế tổng thể của bộ tách hạt $PM_{2,5}$ (VAST-PM2,5-WINS)



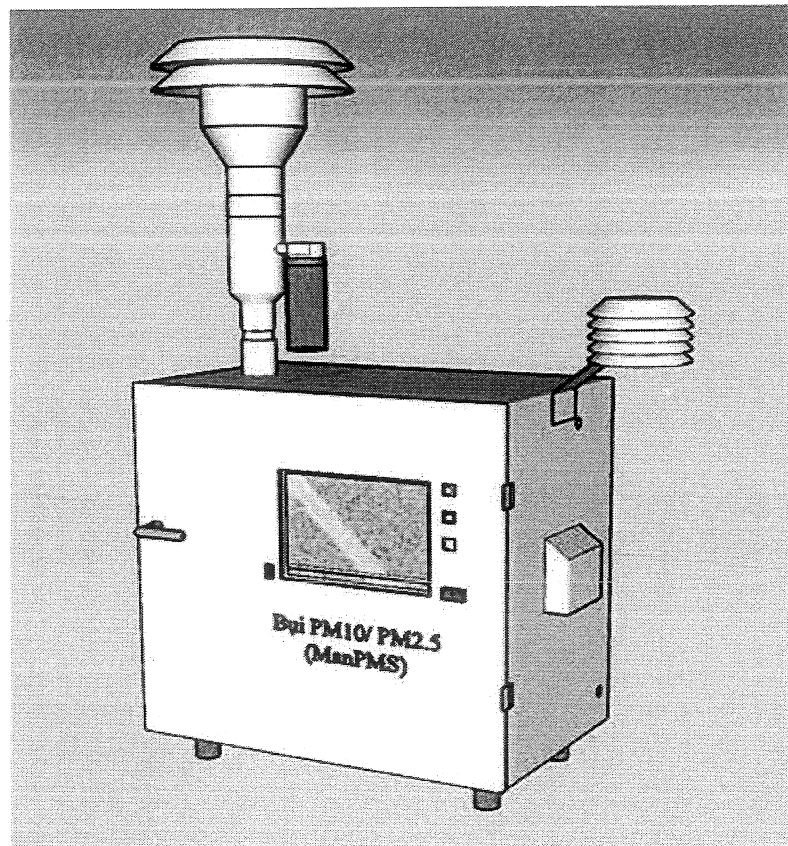
Hình 4. Cấu tạo bên ngoài của cảm biến nhiệt độ môi trường



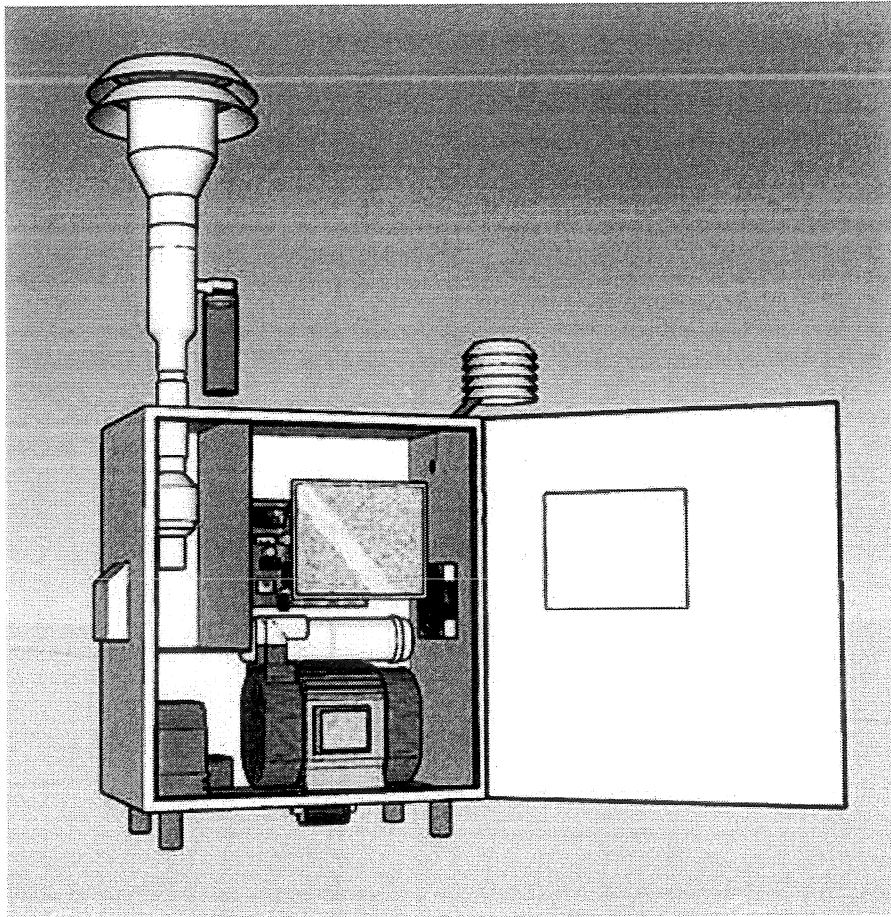
Hình 5. Sơ đồ khối hệ thống đo và điều khiển nhiệt độ cho cái lọc bụi



Hình 6. Giao diện vận hành thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn trong môi trường không khí xung quanh



Hình 7. Bản vẽ 3D cấu tạo bên ngoài của thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn



Hình 8. Bản vẽ 3D cấu tạo bên trong của thiết bị thu mẫu khối lượng bụi mịn